

子どもが説明し伝え合う活動を重視した算数科の授業づくり

第6学年 「図形の拡大と縮小」の実践を通して

戸田 直美^{*1}

研究の要約

算数科では、新指導要領が先行実施されて以来、本年は3年目に当たる。新指導要領の趣旨(「活用する力の育成に向けて、思考力・判断力・表現力の育成を図る」)の実現に向けてはこれまでも多くの研究者が方法論(理論)を提唱し実践の指針を示してきた。一方現場でも、多くの実践を通して、新指導要領の趣旨の実現に向けた取り組みが行われてきた。しかし、提唱された理論と実践の結び付きを明確に分かり易くまとめた研究は、まだ少ないと思われる。

こうした中で本研究は、研究者の理論と実践を明確に結び付け、結果を分かり易くまとめることを目標とした。なぜなら理論と実践は車の両輪の関係であり、互いにレベルアップしていくものと確信するからである。

本研究で参考にした理論は、岡山大学教育学部大学院教授の黒崎氏の理論である。先生の提唱された「説明し伝え合う授業」の5つの具体的方策に照らし合わせて、下記のkey-wordsを用いながら、6年生で実践した「図形の拡大と縮小」の実践を振り返る。

key-words : 根拠 論理 ワークシート 話題の焦点化

1 はじめに

算数科では、平成19年度より新しい学習指導要領の内容が副教材を用いて先行実施された。本年度は、新しい学習指導要領の実施が3年目となり、新しい教科書を用いての取り組みがなされている。

新学習指導要領は、言語的活動を重視し、活用する力を育成するために、思考力・判断力・表現力を一体として捉え「説明し伝え合う」算数科の授業を提言している。

新指導要領が実施されて3年目という今日、現場で求められていることは、こうした授業を実践するための具体的な方法論(理論)であり、それを実践した事例を積み重ね、よりよい実践へと練り上げていく事例研究の蓄積である。

こうした今日的な課題を踏まえ、本実践は、岡山大学教育学部教職大学院教授の黒

崎氏の方法論(理論)を基にして、6年生の「四角形の拡大図」のかき方の授業を実践し、実践結果を検証した事例研究である。本事例研究が、「説明し伝え合う」算数科の授業の一助となれば幸いである。



2 説明し伝え合う活動の充実

新しく改訂された学習指導要領の算数科の解説には、算数科の目標が、次のように

*1 高梁市立津川小学校

示されている。

算数的活動を通して、数量や図形についての基礎的・基本的な知識及び技能を身に付け、日常の事象についての見通しをもち筋道を立てて考え、表現する能力を育てると共に、算数的活動の楽しさや数理的な処理のよさに気づき、進んで生活や学習に活用しようとする態度を育てる。(下線部は、筆者)

こうして算数の授業には、算数的活動を通して、①知識・技能を身に付けること②考えたことを表現すること③身に付けたことを活用しようとする事が求められるようになった。

また新しく改訂された学習指導要領の算数科の解説には、算数的活動の例示(1年から6年)があり、算数的活動を次のように捉えることができる。

- ・具体物を用いて数量や図形についての意味を理解する活動
- ・問題解決の方法を考え、説明する活動
- ・知識・技能を実際の場面で活用する活動

算数の授業は、算数的活動を通して行わなければならないのであり、理解したり、説明したり、活用したりすることを常に含んでいなければならないのである。

国の内外の社会の変化への対応から改訂された新学習指導要領は、説明し伝え合う活動を強く求めている。

3 説明し伝え合う活動を充実させるための具体的方策

パピルス17号(2010)において、黒崎氏は、説明し伝え合う算数的活動に向けた授業改善の具体的方策を次のように述べている。

- ・表現力を育成する学習課題の設定
- ・自分の考えを説明するレポートを書く
- ・説明力の3要素
- ・説明力を保障する場の設定

・伝え合う活動における話題の焦点化

(1) 表現力を育成する学習課題の設定

これは、思考力、判断力、表現力を同時に達成する学習課題を設定するということである。「〇〇を考えよう」ではなく「〇〇を考え説明しよう」である。こうした課題にすることで、既習事項を活用しながら、活用したことを説明する力を育成することができるというのである。

(2) 自分の考えを説明するレポートを書く

これは、自力解決の時に見出した自分の考えを短い説明文に書くということである。その際に必要となるのは、自分の考えに「根拠」を含めることである。こうすることで、練り上げの場面での説明が説得力のあるものとなる。

平成20年の中央教育審議会答申では、思考力、判断力、表現力を育むための学習活動として「概念、法則、意図などを解釈し、説明したり活用したりする。」という例示がある。このことから、説明活動が思考力、判断力、表現力の育成と、密接に関わっていることを読み取ることができる。

(3) 説明力の3要素

①根拠を明らかにして説明する

根拠とは、既習の知識や技能等である。杉岡氏は「学び方・考え方をめざす算数指導」の中で、根拠として次のようなものを挙げている。

明確なもの

- 図形や演算などの定義
- 公式やことばの式
- 計算や図形の性質

多少の曖昧さはあるが、根拠にできる事柄

- 数や演算のモデルや図
- 数や演算のモデルや図の操作

このような既習の知識や技能等を活用しながら説明することによって、説明の内容がより客観的なものになり、説得力が高ま

るというわけである。

②論理的に説明する

論理とは、直観的思考に対峙している論理的思考である。杉岡氏は「学び方・考え方をめざす算数指導」の中で、論理的思考力を数学的な考え方に含めて考えており、数学的な考え方の主なものを次のように示している。

推論の仕方として

類推的推論・帰納的推論・演繹的推論 等

数学の進む方向として

分類整理の考え・単純化の考え・統合発展の考え・抽象、具体の考え・一般化、特殊化の考え・記号化、特殊化、図形化の考え 等

算数の内容に直結して

関数の考え・単位の考え・集合の考え 等

このうち新学習指導要領の解説(算数科)には、帰納や演繹などの推論の仕方について触れた記述があり(三角形や四角形の内角の和を求める場面の指導法など)帰納的な推論や演繹的な推論の力を育成する重要性を読み取ることができる。

従って、論理的に説明する力を育成する際には、教材の特性に合わせて、これらの推論を用いる力を育成し、説明活動に生かすことが重要となる。

また、論理的な説明活動を支える技能として「まず」「次に」「最後に」などの順序を表すことばを用いる力も育成したい。黒崎氏も、順序を表すことばを論理的思考の中で重視している。

③行為や視覚的な図等を用いて説明する

これは、ブロックを動かして説明したり、図を使って視覚に訴えて説明したりする活動である。こうした説明は、説得力を高めるので他者と考えを共有し易くし、伝え合い考えを深化、発展させる活動を促す。

アメリカの認知心理学者ブルーナーの認

知形成理論では、新たに学習される内容は、行動的把握や映像的把握が記号的把握と結び付き、理解が内面化していくとしている。よってブロックなどの操作や図表などの視覚的表現を重視することで、説明力は高まると考えられる。

(4)説明力を保障する場の設定

これは、練り上げる活動の前に、少人数による活動(ペア学習・班学習など)を取り入れて、学級全員の児童に、説明する活動を保障するということである。

従来は、説明活動は、練り上げる活動の場面に委ねられていた。しかし、この場面では、全員の児童に説明する活動が保障されているわけではない。黒崎氏は、「説明力も思考力・表現力と同様に、子ども自らが行わなければ身に付かない学力である。」としている。

(5)伝え合う活動における話題の焦点化

これは、練り上げの段階で話し合う時に、話題を焦点化するということである。

平成20年の中央教育審議会答申でも、思考力、判断力、表現力を育むための学習活動として「互いの考えを伝え合い自らの考えや集団の考えを発展させる。」という例示があり伝え合う活動は考えを深化させることと密接に関わることを示している。

伝え合う活動を考えを深化させることに結び付けるために、黒崎氏は、伝え合う活動に課題意識を持たせること、即ち、話し合う時の話題を明確に意識させる教師の役割の重要性について述べている。

4 授業の実践

以上の5つの具体的方策を具現化するために、次のような授業を計画し実践した。

(1)単元名

図形の拡大と縮小 (第6学年)

(2) 単元の目標

- 図形の形や大きさについて関心を持つとともに、拡大図や縮図のよさがわかり、それを用いようとする。(関心・意欲・態度)
- 拡大図や縮図を用いて、問題を解決することができる。(数学的な考え方・表現)
- 拡大図や縮図を利用して、直接測れないところの距離などを測ることができる。(技能)
- 拡大図や縮図のかき方を知る(知識・理解)

(3) 単元の計画

- 第1次 拡大図と縮図の意味(2時間)
- 第2次 拡大図と縮図のかきかた(6時間)
 - 第1時 拡大図と縮図を方眼紙でかく。
 - 第2時 三角形の拡大図と縮図をかく。(方眼紙を使わない)
 - 第3時 四角形の拡大図をかく。・・・本時(方眼紙を使わない)
 - 第4時 多角形の拡大図や縮図をかく。(方眼紙を使わない)
 - 第5時 1つの頂点を使った三角形や四角形の拡大図や縮図をかく。
 - 第6時 習熟を図る。
- 第3次 縮図の利用(2時間)

(4) 本時の指導

①本時の目標

三角形の拡大図のかき方をもとにして、四角形の2倍の拡大図のかき方を考え、根拠を明らかにして順序よく説明することができる。

②指導の工夫

ア 説明する活動を含んだ学習課題の設定

これは、具体的方策(1)に対応している。本時の目標が、「2倍の拡大図のかき方を考え説明することができる。」となっているのもそのためである。

イ 自力解決で用いるワークシートの特徴

これは、具体的方策(2)と(3)に対応している。自力解決で用いたワークシートは、次のようなものであった。

本時で用いたワークシート

6時	
	ま
	ず
	次
	に
	そ
	の
	次
	に
	最
	後
	に

拡大するもとの四角形の大きさは、2倍の拡大図がこのワークシートに入るくらいに設定した。

このワークシートは、自分の考えを説明するレポートをかくためのもので、3つの特徴を見ることができる。

特徴の1つ目は、「まず」「次に」「その次に」「最後に」と説明の順番を表す言葉を明記し、順序よく考えを進めることができるようにしたことである。ワークシートは4段階に分かれているが、3段階で完成させてもよいこととし、児童の自由な表現を尊重することとした。

特徴の2つ目は、作図の横に、拡大図のかき方を言葉で説明する欄を設けたことだ。言葉で説明する欄には、かき方の手順を説明する欄(上の罫線部分)と、そのようにかいた理由をかく欄(下の吹き出し部分)を設けている。理由を書く欄を設けることで、説明力の3要素のひとつである「根拠を明らかにして説明する」力や「論

理的に説明する」力を育成することができると考える。

この場合根拠として活用してほしい知識は、「四角形は対角線によって2つの三角形に分けられる」や「もとの図形と拡大した図形の辺や角の関係」である。

- 対応する辺の比はすべて等しい。
○対応する角の大きさはすべて等しい。

また論理として活用してほしい考えは、演繹的推論（三角形の拡大図のかき方を用いて考えよう）である。

更に、作図と言葉による説明とが結び付いているので、説明力の3要素のひとつである「行為や視覚的な図等を用いて説明する」という活動が容易になるものと思われる。

特徴の3つ目は、このワークシートは、「まず」と「最後に」のどちらからでもかける、ということである。順々に考えて作図を完成させる場合は「まず」から、全体を一度に見通して作図を完成させる場合は「最後に」からかき始めることになる。つまり児童の個性に応じて考えを表現できるということである。この際に大切なことは、「まず」「最後に」のどちらからかき始めた場合でも、作図の手順が分かるように途中の未完成な作図もきちんとかいておくということである。こうしておくことが、次のペア学習や全体での練り上げの時に、考えを順序よく根拠を明らかにして説明する手立てになるのである。

ウ ペア学習による説明活動

これは、具体的方策（4）に対応している。本学級の児童9名と少ないが、全体での練り上げ活動だけでは、全員に十分に説明する場が保障されているとは言い難い。算数に苦手意識がある児童は、発言が控え目になるからである。そこでペア学習を導入し、自分がかいたワークシートをもとにして、四角形のかき方を2人組で説明し合

い、説明力を育成する場を保障した。

エ 拡大図のかき方の妥当性を検討すること に焦点化した伝え合う活動

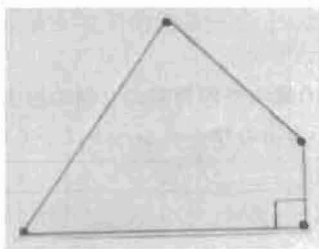
これは、具体的方策（5）に対応している。伝え合う活動を考えを深化させることに結び付けるためには、話し合う時の話題を明確に意識させることが必要である。

ここでは、話し合う時の話題として、「拡大図のかき方の妥当性を検討すること」とした。複数の考え（ひとつの頂点から辺や対角線を伸ばして考える）から、比較検討する方法も考えられたが、児童の実態から本時のような展開とした。

③授業の実際（第2次の3時）

ア 課題をつかむ場面

- T 今日も2倍の形の拡大図をかきます。
今日は、この形の拡大図をかきます。

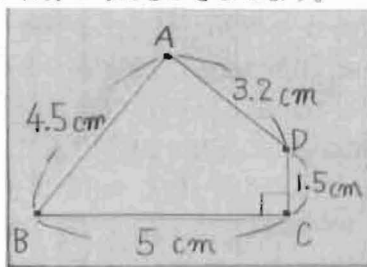


- T 今までの図形とどこがちがいますか。
C 前は、三角形だったけど、今日は四角形です。
C 今までは、3つの辺しかなかったけど、辺が4つあります。
T 四角形になったら、2倍の拡大図はかけないかな。
C 分けてすればいい。
C 分ければ三角形になる。
T 何か工夫したら四角形の2倍の拡大図がかけそうだね。今日のめあては、

板書

四角形ABCDの2倍の拡大図を工夫してかき、分かりやすく説明しよう。

T 四角形の大きさをみて、ワークシートに自分の考えをかきましょう。



前時にかいた三角形を想起させたことで、ほとんどの児童が、「四角形を2つの三角形に分けて考えればよさそう。」という学習の見通しを持つことができ、「工夫してかき、考えたことを分かりやすく説明しよう。」というめあてを子どもが持つことができた。

イ 自力解決で四角形の2倍の拡大図のかき方をワークシートにかく場面

前時に使用したワークシートについて

前時に三角形の拡大図をかいた時、次のように本時のワークシートに繋がるワークシートを使用した。

前時で用いたワークシート

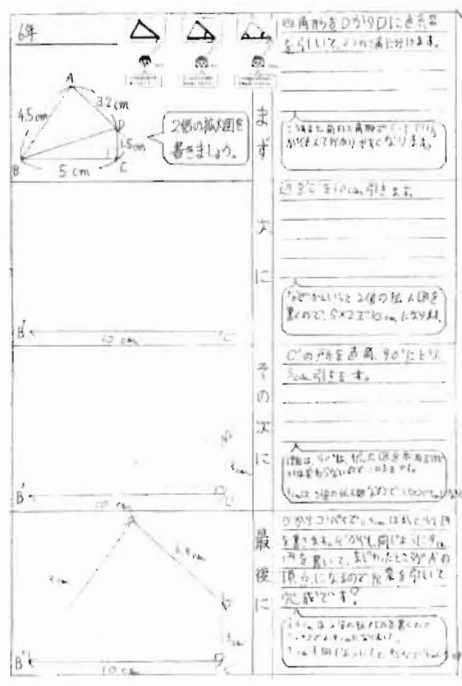


このことによって、かき方の手順（罫線部分）やそのようにかいたわけ（吹き出し部分）の書き方に慣れ、本時の算数的活動を円滑に行うことができた。

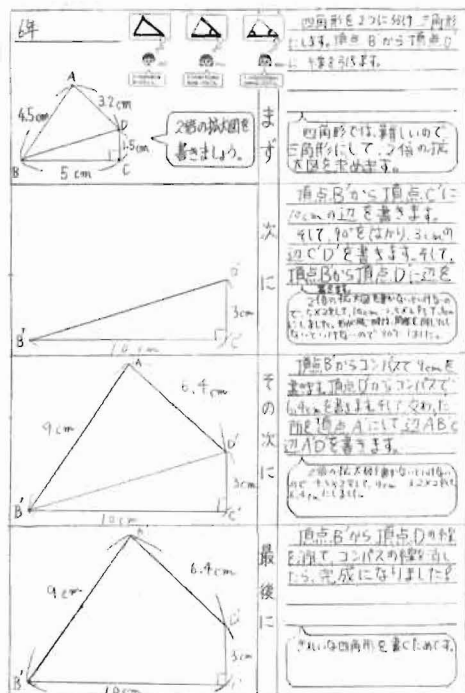
ワークシートの3つの特徴について

実際の授業でワークシートにかき込んだ内容は、次のようなものであった。

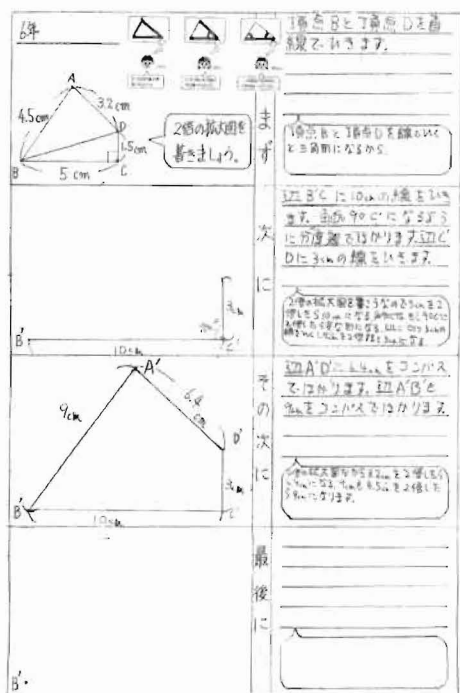
例1 「まず」から4段階で作図完成



例2 「まず」から4段階で作図し3段階で完成



例3 「まず」から3段階で完成



特徴の1つ目については、児童は「まず」「次に」「その次に」「最後に」と説明の順番を表す言葉を用いて順序よく考えを進め作図したり説明を書いたりすることができた。順序を表す言葉があることによって、直観的に把握した四角形の2倍の拡大図のかき方を論理的に順序よく整理して図や言葉に表すことができていた。ワークシートの使い方については、例1・例2・例3のようなかき込みが見られ、児童の自由な表現（思考）に対応することができた。

特徴の2つ目については、ワークシートの表現から、「根拠を明らかにして説明する」ことや「論理的に説明する」ことが、授業の中でしっかりと行われたことがわかる。その中から例1の児童の反応を見てみると、次のようになる。

まず

四角形を2つに分けて三角形にします。
頂点B'から頂点D'に線をひきます。

こうすると、前の三角形でやったやり方が使えて分かりやすくなります。

次に

辺B'C'を10cm引きます。

なぜかという、2倍の拡大図をかくので、 5×2 で10cmになります。

その次に

C'のところを直角 90° にとり3cm引きます。

拡大図は形が変わらないので、 90° はそのままです。3cmは、2倍の拡大図なので、 $1.5 \text{ cm} \times 2$ で3cmになります。

最後に

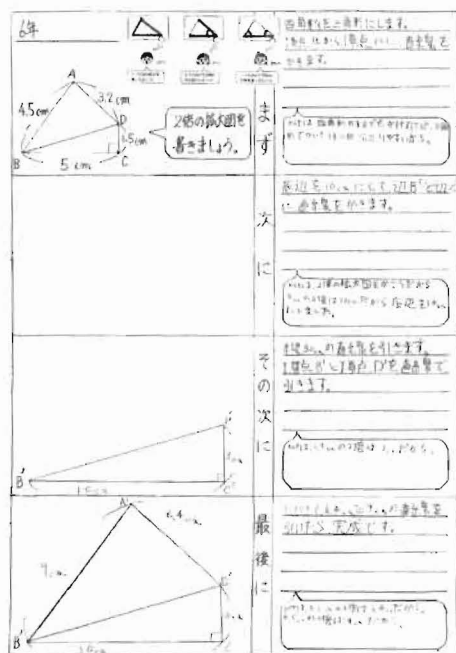
D' からコンパスで6.4 cmはかって少し円をかきます。B' から同じように9 cmはかって少し円をかきます。2つの円が交わったところが、A' の頂点になるので、線を引いて完成です。

2倍の拡大図をかくので、3.2
 $\times 2$ で6.4 cmになります。
 9 cmも同じようにして、4.5
 $\times 2$ で9 cmになります。

更に説明力のもう1つの要素である「行為や視覚的な図等を用いる」ことについて、図と言葉が対応するワークシートになっているので、他者に説明し伝え合う学習の際に説得力のある説明となっていた。

特徴の3つ目の、児童の個性に応じて考えを表現できる（「まず」と「最後に」のどちらからでもかける。）ということについてだが、実際に授業では、例4のように、「最後に」からかき始める児童も数名いた。

例4「最後に」から作図して4段階で完成



ウ ペアでワークシートを用いて、四角形の拡大図のかきかたを説明する場面

作成したワークシートを基にして、相手にワークシートを見せながら、ペア学習を行い、四角形の拡大図のかき方を全員説明することができた。このことが自信となり、その後の練り上げの場面では、自信を持って発言することができていた。

また学習課題をつくる時、前時の図形と比較した時には、既習事項を活用し演繹的に考える力を育成することもできた。

エ 四角形の拡大図のかき方の妥当性を検討する場面

T ではみんなが考えた四角形の2倍の拡大図のかき方を発表して、本当に2倍の拡大図になっているか考えよう。

C まず頂点BDを結んで線をひきます。今まで三角形の拡大図を学習してきたので、こうすればかきやすいと思ったからです。

C 次に辺B'C'を10 cmにします。

T なぜ10 cmにしたの。

C 2倍の拡大図にするから、 5×2 で10になるからです。

T 対応する辺の比は2倍にしたらどうなりますか。

C 1:2になります。

C 次に角C'を90°にします。

T 角C'は、なぜ90°になるの。

C 拡大図は、2倍しても対応する角の大きさが変わらないから。

C 次に辺C'D'を3 cmにします。

T なぜ3 cmですか。

C 2倍の拡大図なので 1.5×2 になります。

T 対応する辺の比はどうなりますか。

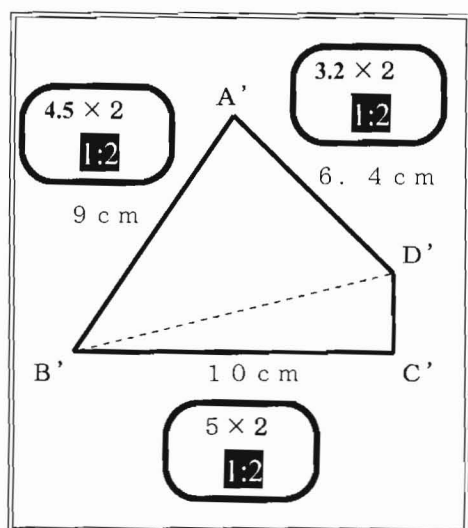
C 1:2です。

T これで下の三角形の2倍の拡大図がかけましたが、三角形のどんなかき方を使ってかいたのですか。

- C 「2つの辺とその間の角」です。
- T 次は上の三角形の2倍の拡大図のかき方を説明してください。
- C (略)
- T これで2倍の拡大図が完成しました。

板書

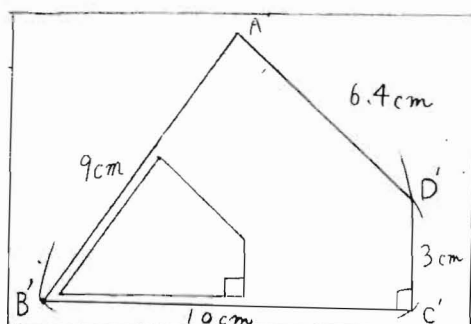
(児童の発言に従って教師が図を完成させる)



- T 本当に2倍の拡大図になっているかな。
- C 対応する辺の比が全て等しい。(1:2)
- T 対応する角も全て等しいでしょうか。
- C 角C'は等しくなるようにしたけどあとの角は・・・？
- T もとの四角形を配りますから、対応する角の関係を調べてみてください。
- C (調べる)
- 対応する角の大きさが全て等しくなっている。
- C これは2倍の拡大図になっている。
- T 今日の勉強で、一番大切だったのは？
- C 四角形に対角線をひいたこと。
- C 半分に分けて考えたこと。
- C 四角形を三角形にして分かりやすくしたこと。

もとの形を配って対応する角の大きさが全て等しいことを確かめた時には、「オー」

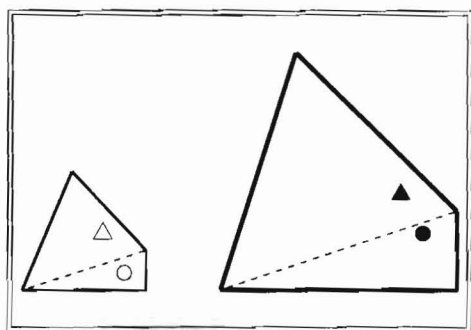
という歓声があがり、三角形に分けると四角形の拡大図がかけるということを感動を伴って理解していた。



[もとの四角形の角と比べているところ]

一方、2つの三角形がそれぞれ2倍の拡大図になっているので下の図のように、 $\triangle = \blacktriangle$, $\bigcirc = \bullet$ ならば $\triangle + \bigcirc = \blacktriangle + \bullet$ の考えで、対応する角が等しくなるという説明をすることもできる。しかしこの授業では、時間の制約や児童の実態から考慮して、もとの

形を配って確かめることにした。



このような検討を通して、根拠を明らかにして、演繹的に考え表現する力を育成することができたと思う。

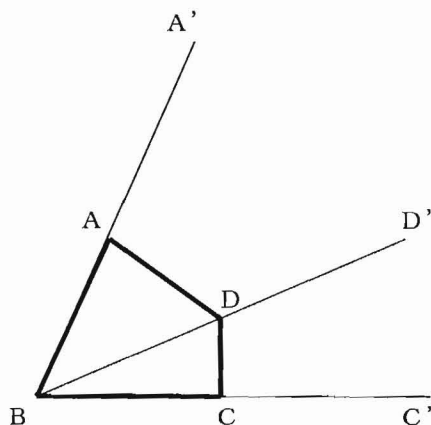
4 成果と課題

今回使用したワークシートは、子どもたちの個に応じた表現（思考）や論理的で根拠のある説明を促すために有効であった。

「パピルス17号」（2010）において、黒崎氏は、PISA型読解力の要素を「理解」「熟考」「利用」とした上で、「熟考」について、次のように述べている。

「集団での振り返りでは、自分の考えと対立する友だちの考えがあると、どちらが数学的な考えなのかを明確にしたいという熟考する意欲が生まれ、理解及び思考の深化・発展が促されやすい。」

本時の授業では、集団での振り返りの場面对立する意見はなかった。しかし理解及び思考の進化・発展を促すことを重視すれば、四角形を2つの三角形に分けた後、四角形の1つの頂点から直線を引いて拡大する方法と本時の方法とを「簡潔性」の視点から比較検討し、議論を行うような授業の流れを考えることもできる。今後の取り組みとしたい。



引用及び参考文献

岡山大学算数数学教育学会誌

「パピルス」第17号 2010. 10.

杉岡司馬「学び方・考え方をめざす算数指導」東洋館出版社 2003. 10.

工藤文三「中央教育審議会答申全文と読み解き解説」明治図書 2008. 3.

文部科学省「小学校学習指導要領解説算数編」2008. 8.

文部科学省検定済教科書「わくわく算数6年生」啓林館 2005.

広岡亮蔵「ブルーナー研究」明治図書.